

# **TECNOLOGIAS: ABONOS VERDES Y ACOLCHADOS ORGÁNICOS**

Oscar Eduardo Sanclemente Reyes

## Balance de la Materia orgánica en los Agrosistemas

La cantidad de materia orgánica que contiene el suelo en un momento dado será, en términos cuantitativos, la diferencia entre la biomasa total recibida y la suma de la biomasa mineralizada de forma rápida o materia orgánica lábil, constituida por materia orgánica fresca, productos intermedios y microorganismos, y el húmus mineralizado de forma lenta o materia orgánica estable.

Entonces, si consideramos un balance de materia y energía; las ganancias de M.O del suelo se dará a partir del proceso de humificación y las pérdidas a través de la mineralización y pérdida del carbono a la atmósfera.



Adaptado de Labrador, 1996

## Ganancias:

Se deben a la cantidad de húmus generado, a partir de los residuos vegetales de los cultivos y el que proviene de las incorporaciones de abonos orgánicos, los cuáles van a estar cuantificados por el coeficiente isohúmico  $K_1$ , que expresa el rendimiento potencial en húmus de la materia seca del material orgánico aportado.

$$MO_{\text{humificada}} = K_1 \times MO_{\text{aportada}}$$

Según **Monnier (1989)**, el  $K_1$  depende de las características de la materia orgánica aportada: cuanto más rica en lignina es, más húmus se produce, y cuantos más azúcares, celulosa y compuestos nitrogenados posee más rápidamente se mineraliza y menos húmus genera; aunque también las características del suelo también influyen como el caso de altos contenidos de caliza activa que retarda el proceso.

### Valores del coeficiente isohúmico ( $K_1$ ), Henin.

$K_1$ (Gross)	$K_1$ (Henin)
Estiércol muy maduro .....0.40 a 0.50	Estiércol maduro .....0.50
Paja.....0.10 a 0.20	Estiércol pajoso .....0.20 a 0.40
Restos secos de cosecha .....0.10 a 0.20	Restos verdes pajosos .....0.08 a 0.15
Restos verdes de cosecha.....0.20 a 0.30	

Debido que el coeficiente isohúmico está definido como la constante de transformación de la materia orgánica seca aportada, es común encontrar el cálculo sobre el contenido de materia seca, permitiendo obtener de forma aproximada su equivalente en húmus, a partir de la siguiente ecuación:

$$H = r.o \times (m.s/100) \times K_1$$

Donde:

H: es la cantidad de húmus generados por los residuos, en kg.

r.o = residuos orgánicos en kg.ha<sup>-1</sup>

m.s= materia seca de los residuos

$K_1$ = Coeficientes isohúmico específico

Por ejemplo, un aporte de una tonelada de estiércol bien descompuesto, que contiene un 20% de materia seca y con un coeficiente isohúmico de 0.5, proporcionaría:

$$1.000 \text{ kg} \times 0.2 \times 0.5 = 100 \text{ kg de h mus}$$

Cantidad de humus generado por los restos de diversos cultivos, según **Gross (1986)**:

Cultivo	H�mus aportado en kg.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup>
R�ices, rastrojos de trigo (sin paja)	400 a 800
Otros cereales (paja excluida)	300 a 500
Maíz (ra�ices y rastrojos)	500 a 1000
Maíz (ra�ices, rastrojos y cañas)	700 a 1400
Remolacha (hojas y cuello)	1500 a 2600
Colza (ra�ices, paja y silicuas)	800 a 1300
Alfalfa (enterrando último corte)	1500 a 4000
Pradera temporal (según duración)	1000 a 3000
Abonos verdes	40
Paja enterrada	100 a 200

## Pérdidas:

Las recomendaciones agronómicas para el mantenimiento y corrección de los niveles de materia orgánica de un suelo de cultivo suelen basarse preferentemente en la estimación de sus pérdidas por mineralización.

Al igual que los procesos de humificación, la materia orgánica que se mineraliza en un año es proporcional al contenido de materia orgánica del suelo, por lo que:

$$MO_{\text{mineralizada}} = K_2 \times MO_{\text{inicial}}$$

A la tasa de transformación se la denomina “coeficiente de destrucción anual de humus estable  $K_2$ ” ó coeficiente de mineralización. Este depende más de las condiciones climáticas y de las características propias del suelo; como el pH, temperatura, aireación, humedad, etc.

Zona	Humedad	$K_2$
Andalucía occidental y sur de Extremadura	Secano	0.020 a 0.022
	Regadío	0.030
Andalucía Oriental	Secano	0.010 a 0.011
	Regadío	0.030
Castilla	Secano	0.008
	Regadío	0.020
Meseta Norte Galicia	Secano	0.005 a 0.0015
	Regadío	0.02

Coeficientes  $K_2$  para algunas regiones Españolas. Fuente: Labrador, 1996

Así mismo **Urbano (1988)**, ratificó la expresión para perdidas de materia orgánica por mineralización:

$$P = m.o \times v.m = \text{Área} \times p \times d.a \times m.o \times v.m$$

Donde:

P: perdida de materia orgánica

p: profundidad de la muestra en cm

d.a: densidad aparente del suelo en t.m<sup>-3</sup>

m.o: porcentaje de materia orgánica del suelo

v.m: velocidad de mineralización de la m.o (% anual)

Un suelo contiene 2% de m.o. Su densidad aparente es de 1.5 t.m<sup>-3</sup> y un espesor en el horizonte cultivado de 20 cm. La cantidad de m.o en el suelo será:

$$10000 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ t.m}^{-3} \times 0.2 \text{ m} = 3.000 \text{ t (peso de una ha)}$$

$$3.000 \text{ t} \times 0.02 = 60 \text{ t de m.o.ha}^{-1}$$

Tomando un coeficiente de destrucción de m.o, K<sub>2</sub> de 1%, tenemos:

$$60 \text{ t.ha}^{-1} \times 0.01 = 0.6 \text{ t ó } 600 \text{ kg de húmus.ha}^{-1} \text{ se pierden anualmente}$$

# APORTE DE NUTRIENTES DE LOS ABONOS VERDES Y ACOLCHADOS

Production of biomass and analysis of the nutrients in the vegetative cover of winter green manure species evaluated at the CPPP. Chapecó, SC, 1990 <sup>1</sup>

Species	Matter (t/ha)		Nutrients (%)					Organic carbon (%)	C/N ratio <sup>3</sup>
	Green	Dry <sup>2</sup>	N	P	K	Ca	Mg		
Naked oats ( <i>Avena strigosa</i> )	31.5	7.7	1.39	0.17	2.30	0.38	0.17	37.6	27.1
Rye ( <i>Secale cereale</i> )	35.4	6.2	0.97	0.20	2.05	0.32	0.10	39.3	40.5
Ryegrass ( <i>Lolium multiflorum</i> )	29.8	4.8	1.01	0.13	2.61	0.52	0.18	36.4	36.1
Chickling pea ( <i>Latyrus sativus</i> )	30.8	3.9	2.70	0.26	2.74	0.56	0.28	38.7	14.3
Vetch ( <i>Vicia sativa</i> )	18.9	3.6	3.00	0.31	2.51	1.08	0.30	36.5	12.1
Hairy vetch ( <i>Vicia vilosa</i> )	23.9	5.0	3.41	0.35	2.98	0.90	0.26	37.9	11.1
Forage oats ( <i>Pisum arvense</i> )	28.9	3.0	2.89	0.32	2.44	0.82	0.28	38.8	13.4
Forage turnip ( <i>Raphanus sativus</i> )	28.0	3.5	2.32	0.35	3.59	2.09	0.38	32.7	14.1
Corn spurry ( <i>Spergula arvensis</i> )	33.0	3.8	1.62	0.30	2.90	0.44	0.74	36.9	22.8

Observations:

<sup>1</sup> The data presented refer to evaluations made in 1985, 1986 and 1987.

<sup>2</sup> Dry matter after oven drying at 60°C.

<sup>3</sup> Ratio of organic C to total N.

Source: Wildner, 1990.



**Nutrient content of the components (stems and leaves) of summer cycle annual species with a potential for use as a green manure, soil cover and for soil recovery. Chapecó, SC, 1990<sup>1</sup>**

Species	Stems						Leaves					
	MS <sup>2</sup> (t/ha)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	MS <sup>2</sup> (t/ha)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>Crotalaria juncea</i> (Crotalaria/USA)	10.8	1.12	0.07	1.01	0.41	0.24	2.5	2.73	0.24	1.40	1.89	0.72
<i>Crotalaria retusa</i> (Crotalaria/IAC)	3.0	1.52	0.14	2.25	0.61	0.45	2.0	3.39	0.22	1.47	2.54	0.66
<i>Crotalaria spectabilis</i> (Crotalaria/IAC)	7.5	1.52	0.11	2.49	0.70	0.28	2.5	3.72	0.24	1.96	1.97	0.44
<i>Crotalaria lanceolata</i> (Crotalaria/SLO)	4.1	1.53	0.09	2.22	0.32	0.30	2.3	5.00	0.23	2.02	1.01	0.43
<i>Crotalaria grantiana</i> (Crotalaria/IAC)	5.6	0.97	0.05	1.42	0.50	0.11	2.1	4.60	0.26	1.80	1.33	0.36
<i>Canavalia ensiformes</i> (frijol de puerco/USA)	3.9	1.40	0.18	1.89	0.60	0.25	3.2	3.82	0.22	1.91	2.56	0.55
<i>Cajanus cajan</i> (gandul/CNPAF)	6.0	1.39	0.10	1.01	0.47	0.18	1.7	3.86	0.23	1.73	1.07	0.38
<i>Stizolobium deeringianum</i> (Mucuna/USA)	2.2	1.97	0.16	2.37	1.33	0.32	1.3	4.00	0.24	1.28	1.81	0.37
<i>Stizolobium sp.</i> (Mucuna rayada/USA)	4.5	1.78	0.12	2.03	0.98	0.36	3.2	4.15	0.26	1.25	2.04	0.39
<i>Stizolobium niveum</i> (Mucuna ceniza/USA)	4.3	1.72	0.19	1.46	0.77	0.34	2.2	4.41	0.33	1.16	1.50	0.47
<i>Stizolobium aterrium</i> (Mucuna negra/IAC)	3.6	2.24	0.19	1.96	0.77	0.22	2.4	4.39	0.29	1.10	1.58	0.41

Observations

<sup>1</sup> The data presented refer to evaluations made during the harvests of 1986/87, 1987/88 and 1988/89.

<sup>2</sup> Dry matter after oven drying at 60°C.

Source: Wildner, 1990.

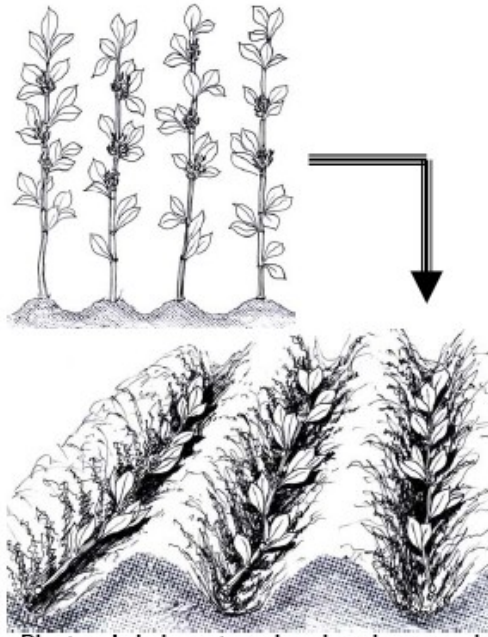
## Control de nemátodos

**Effect of different species of green manure for controlling nematodes in a dark-red latosol soil (LE) from Cerrado.** Source: Sharma *et al.*, 1982.

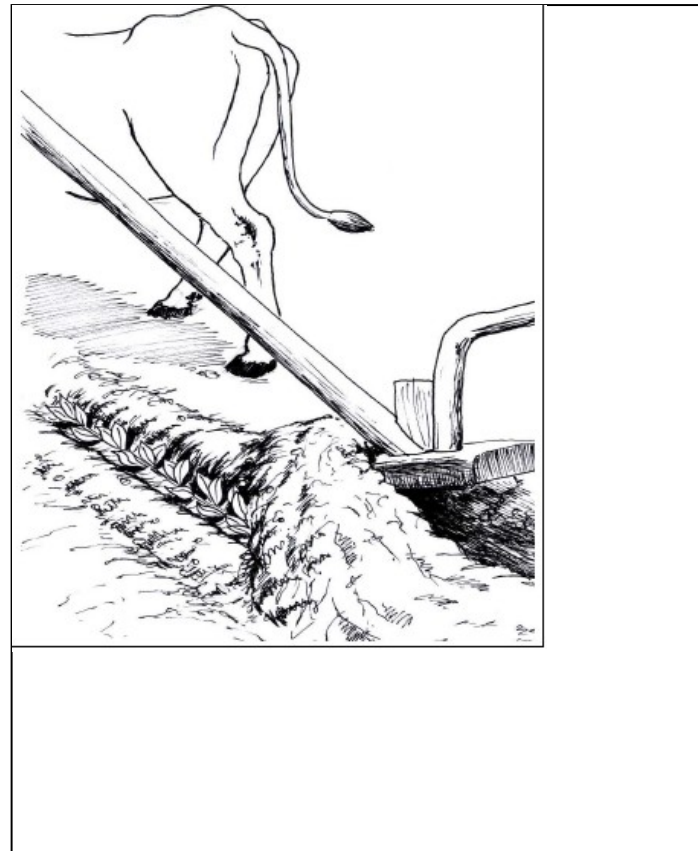
Species	Control of nematodes (%)									
	P	M	D	A	AA	T	MA	PT	O	S
<i>Tagetes erecta</i>	100	100	91	12	1	---	100	---	---	4
<i>Cajanus cajan</i>	100	96	98	92	98	100	75	---	---	96
<i>Canavalia ensiformis</i>	100	100	96	100	99	100	100	---	---	99
<i>Crotalaria grantiana</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
<i>Crotalaria juncea</i>	100	100	100	81	97	100	30	---	---	96
<i>Crotalaria paulina</i>	100	100	94	94	99	100	100	---	---	97
<i>Crotalaria spectabilis</i>	100	100	94	93	100	100	100	---	100	97
<i>Cyamopsis psoralioides</i>	100	100	80	100	98	100	100	---	100	98
<i>Dolichos lablab</i>	91	99	94	100	100	100	100	---	100	98
<i>Indigofera tinctoria</i>	100	100	98	100	99	100	100	---	---	99
<i>Phaseolus aureus</i>	85	90	73	15	2	3	---	---	---	5
<i>Sesbania aculeata</i>	100	100	98	100	100	100	30	100	100	100
<i>Stizolobium deeringianum</i>	100	100	93	97	99	100	---	---	---	95
<i>Stizolobium niveum</i>	100	100	100	100	98	25	100	---	---	93
<i>Stilozobium aterrium</i>	100	100	93	93	99	100	100	---	100	95
<i>Tephrosia candida</i>	100	100	100	100	96	100	25	---	---	94

P = *Pratylenchus brachyurus*; M = *Meloydogyne javanica*; D = *Ditylenchus* sp.; A = *Aphelenchoides* sp.; AA = *Aphelenchus avena*; T = *Tylenchus* sp.; MA = *Macrosposithora ornata*; PT = *Paratrichodorus minor*; O = Other Tylenchytes; S = Saprophytes.

## La incorporación del AV:



(A)



(B)

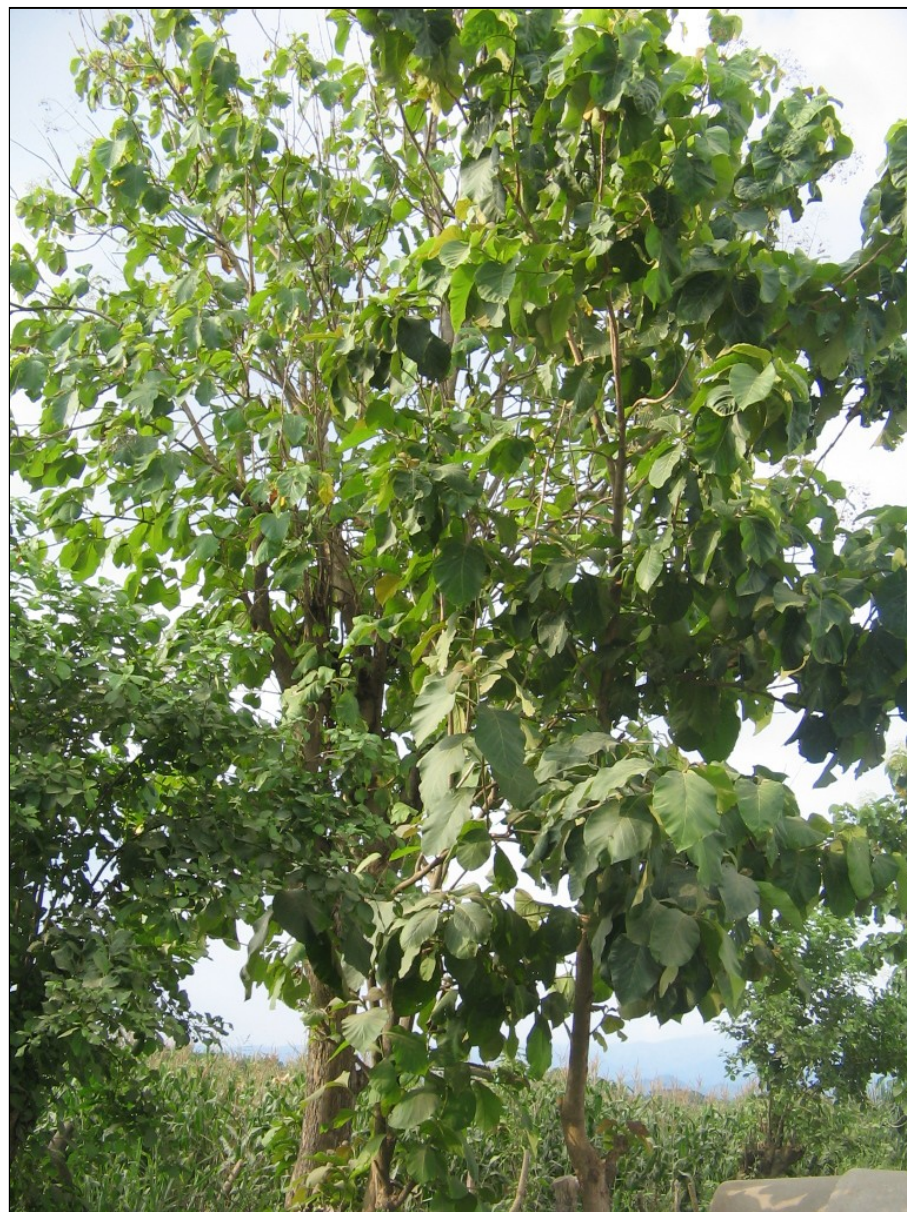
**Grafica 1. Siembra e incorporación de Haba (*Vicia faba*) como abono verde.**

**(A) De forma manual y (B) mediante Yunta. Tomado de Cartilla No. 10 del proyecto JALDA Bolivia (2003).**



Experimental field August 2002. Red clover and oats.





**Árbol de Teca (*Tectona grandis*)**

## ***Algunas Investigaciones en el tema:***

### **Erosión:**

<b>ACOLCHADO (T.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PERDIDAS POR EROSIÓN (T.ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>0</b>	<b>62,3</b>
<b>1,12</b>	<b>19,4</b>
<b>2,24</b>	<b>11,5</b>
<b>4,48</b>	<b>2,5</b>
<b>8,96</b>	<b>1,5</b>

**Efectos del acolchado sobre la erosión del suelo con una pendiente del 15%. (Meyer, Wischmeier y Foster, 1970).**

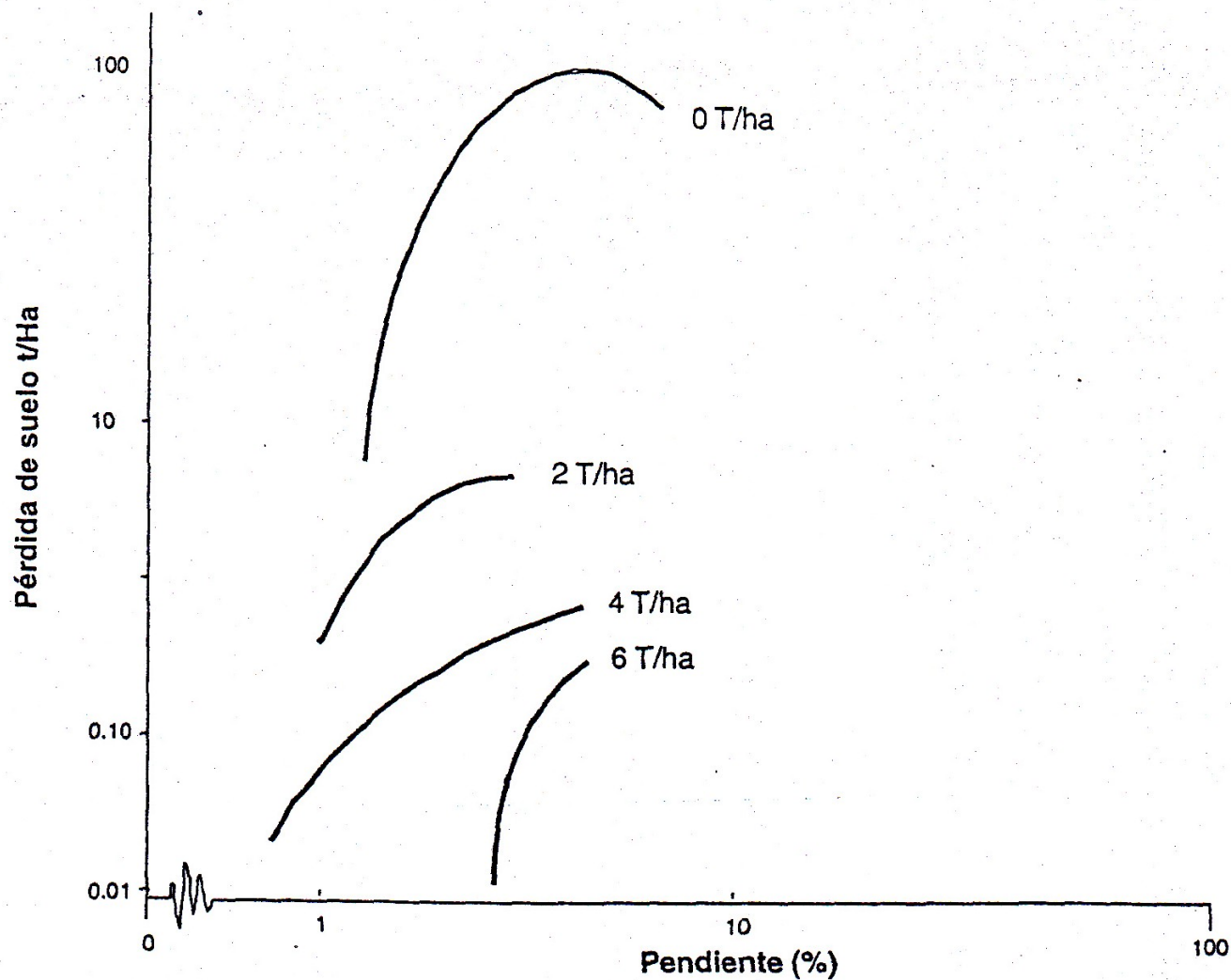


Figura 4. Efecto de la cantidad de acolchado en la pérdida del suelo en diferentes tipos de pendiente.

Fuente: Lal, citado por Gómez (2000).

**Cuadro 5. Efecto de los acolchados en la escorrentía y en la pérdida del suelo.**

Promedio anual	Suelo desnudo	Suelo con acolchado
Suelo perdido (t/ha/año)	233.6	0.2
Escorrentía (mm)	504.1	29.3

Fuente: Lal (1976), citado por Amézquita (1994).



## Temperatura del Suelo:

Cuadro 2. Influencia de la calidad del acolchado en la temperatura del suelo.

Profundidad del suelo	Temperatura (°C)			
	Tipo de cobertura			
(Cm)	Desnudo	Grava negra	Grava clara	Tamo
1	33	31	27	22
4	30	29	27	22
16	27	27	24	21
64	22	22	20	18
152	16	16	16	15

Fuente: Hanks, 1961, citado por Amézquita, 1994.

## Características físicas de algunos acolchados:

Cuadro 3. Densidad aparente y porcentaje de saturación de los acolchados

Material	% Humedad a CC	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Punto de saturación (H%)
Aserrín	210.03	0.12	595.79
<i>Spent coffee</i>	137.38	0.32	240.47
Chips	205.02	0.21	376.8
Bagacillo	1087.18	0.076	1419.85

## Evaporación:

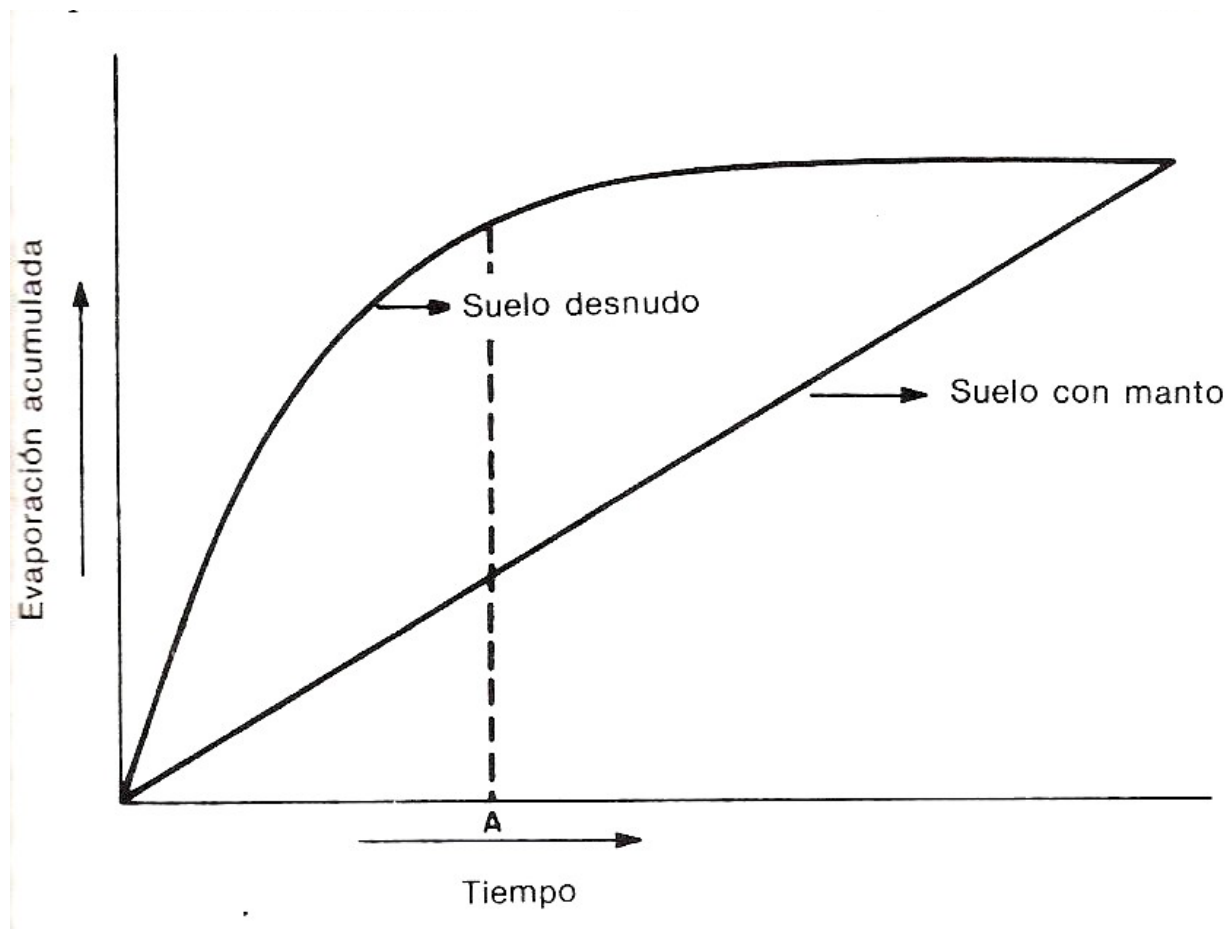


Figura 5. Evaporación del agua del suelo en función del tiempo en un suelo desnudo y en el mismo suelo con manto. Fuente: Philips et al, 1986.

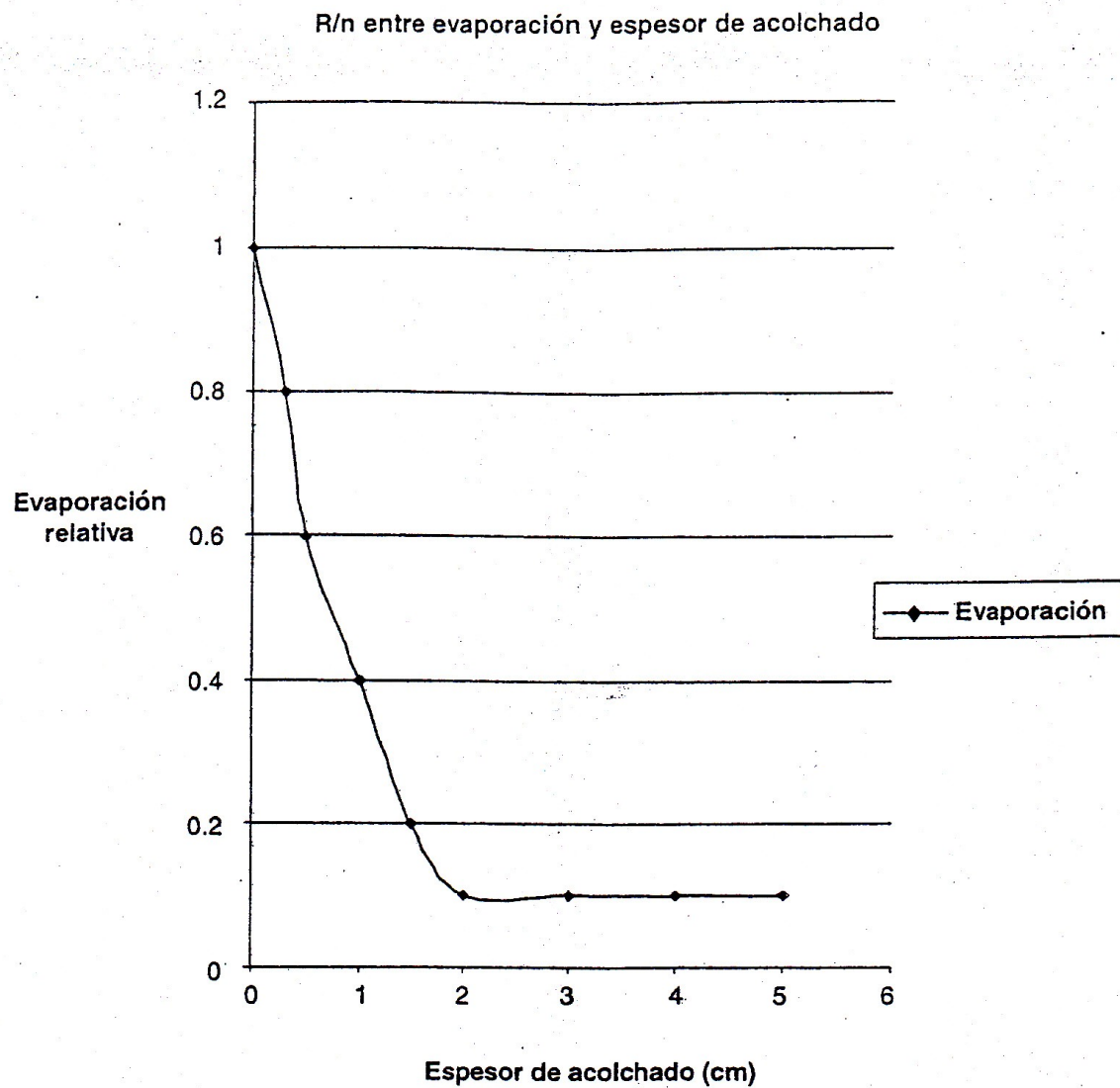


Figura 1. Relación entre la evaporación relativa y el espesor del acolchado.

✓ Fuente: Amézquita, 1994.

**Cuadro 7. Propiedades físicas del suelo, afectadas por la aplicación de acolchados.**

Tratamiento	Densidad aparente g/cc	Resistencia mecánica Kg/cm	Capacidad de campo (H) %	Temperatura del suelo a las 2 p.m.(°C)
Con acolchado	1,31	0,70	18,3	32
Sin acolchado	1,39	0,85	17,6	36

**Fuente:** Burbano 1989.



## Contenido de nutrientes en biomasa vegetal de algunas arvenses del Valle del Cauca:

Muestra	Descripcion	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S-Total (g/kg)	B-Total (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Na (mg/kg)
1	Sorgo Forrajero	15,83	3,96	22,55	2,45 °	2,36	0,98 °	5,92	176,7	12,18 °	5,87	37,73	43,7
2	Vainitas	28,19	2,76	17,29	14,14	4,40	1,98	21,51	121,6	19,49	8,95	18,11 °	33,8
3	Lechuga Platanera	30,64	4,15	119,76 +	6,46	12,77	2,49	31,62	765,2	79,50	13,17	43,79	64,2
4	Caminadora	16,80	2,96	38,68	2,73	2,19	2,19	11,44	290,0	18,21	6,45	42,92	22,2
5	Florecita Amarilla	19,28	4,97	63,99	18,63	7,20	2,22	45,87	344,4	54,74	8,40	63,67	31,9
6	Cachorro	21,41	5,44	36,22	15,21	4,59	1,90	30,98	585,2	48,85	11,40	32,57	36,7
7	Escoba Dura	30,69	9,97 +	38,28	16,72	4,66	9,68	31,63	662,9	36,63	13,22	44,61	26,6
8	Anamu	30,05	1,95	39,54	26,54	10,16	9,68	45,88	296,1	84,60	6,15	35,04	182,1
9	Limpia frascos	12,22	3,98	19,43	3,22	1,80 °	2,86	4,59 °	188,6	37,23	5,73 °	26,39	226,9 +
10	Cabeza de Vaca	31,68	2,84	28,34	8,91	9,51	2,73	22,79	708,2	40,23	15,10	52,72	37,7
11	Marucha	20,05	2,18	34,47	10,84	1,91	1,41	48,65	86,1	103,68	17,10	35,57	17,0
12	Siempreviva	12,67	3,56	50,43	19,68	7,88	2,23	36,30	6.665,7	272,78	15,58	45,12	99,2
13	Abrojo	21,95	2,74	82,71	15,73	8,51	2,10	48,44	174,2	67,42	7,80	30,67	37,0
14	Gavilana	31,21	2,75	36,02	16,22	4,54	5,19	67,81 +	237,7	25,14	24,60	35,86	46,3
15	Cinco Negritos	25,05	2,12	38,81	10,56	4,26	1,80	52,37	237,4	17,73	11,02	30,15	65,0
16	Hoja del Aire	12,71	4,01	27,21	42,14	7,04	1,59	32,05	208,9	21,09	6,27	43,71	46,1
17	Oreja de Alce	42,64 +	4,69	88,32	7,76	2,32	5,68	47,59	310,0	273,56	17,14	125,61	48,6
18	Ajenjo	32,04	3,64	72,73	6,66	2,24	3,16	53,01	402,6	141,76	26,83	67,97	29,4
19	Totumo	17,78	1,99	36,76	14,03	4,06	3,27	57,59	367,4	128,34	17,50	74,91	25,0
20	Coneja	22,20	1,48	39,25	6,53	3,25	2,43	13,95	257,0	149,53	6,75	33,13	26,6
21	Flor Rosada Cafetal	26,18	3,88	50,60	9,17	5,83	1,77	33,32	282,6	108,51	9,19	46,17	47,7
22	Gramalote	11,54 °	1,14 °	12,35 °	2,91	3,38	1,85	7,78	100,0	232,92	6,25	31,45	18,7
23	Rastrera Cafetal	25,19	2,84	57,43	9,50	6,27	4,96	36,30	536,0	345,19	19,59	64,64	39,7
24	Batallilla	25,08	2,27	57,00	8,10	3,47	3,17	53,86	92,2	104,10	12,89	25,21	19,1
25	Falso Bledo	27,67	4,00	28,35	8,57	4,06	2,46	36,52	132,0	305,61	14,64	107,60	15,7 °
26	Papunga	26,32	3,41	54,81	12,08	3,34	2,29	47,16	77,3 °	33,22	14,68	271,33 +	140,4
27	Amorseco	36,12	3,66	19,41	11,42	3,03	1,79	29,92	312,3	40,60	6,75	29,90	44,5
28	Lagrimas de la Virgen	25,64	2,51	35,07	18,53	8,38	3,32	48,97	2.091,9	75,99	17,14	54,92	44,8
29	Repollito	23,98	2,58	39,10	43,15 +	14,94 +	10,70 +	63,76	1.783,2	59,51	27,52	56,74	42,8
30	Sanguinaria	20,81	2,07	55,66	30,46	12,41	2,08	37,79	9.013,5 +	363,98 +	31,05 +	65,12	110,0
31	Canutillo	20,92	6,15	96,78	24,97	11,05	3,47	38,01	2.365,5	104,94	12,12	40,39	165,5

\* Lab Servicios Analíticos CIAT